

А. Ж. САХАБУТДИНОВ

СВЕТ И ОПТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ



«Инфра-Инженерия»

А. Ж. Сахабутдинов

СВЕТ И ОПТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2025

УДК 535.3
ББК 22.34
С22

Рецензенты:

доктор технических наук *И. Н. Ростокин* (ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых»);
кафедра «Линии связи и измерения в технике связи» (ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», г. Самара)

Сахабутдинов, А. Ж.

С22 Свет и оптические измерения / А. Ж. Сахабутдинов. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 116 с. : ил.
ISBN 978-5-9729-2337-3

Приведен обзор методов и средств измерений температуры, деформации, давления, вибрации и оптических свойств прозрачных веществ и материалов, выполняемых при помощи датчиков, сформированных в сердцевине оптических волокон. Изложены основные понятия о свете, дается определение характеристикам светового излучения, таким как длина волны, частота, поляризация, интенсивность, описаны принципы распространения света в оптических волокнах, рассмотрены вопросы передачи информации по волокну, даны подходы к определению расстояний. Дается определение и принцип распространения света в периодических неоднородных оптических структурах, в частности в волоконных решетках Брэгга. Рассмотрены подходы к измерению температуры, деформации, давления и вибраций при помощи волоконных брэгговских решеток. Изложены подходы к определению свойств жидкостей и газов при помощи оптических измерений.

Для широкого круга читателей, интересующихся физикой света.

УДК 535.3
ББК 22.34

ISBN 978-5-9729-2337-3

© Сахабутдинов А. Ж., 2025
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2025
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ	5
БЛАГОДАРНОСТИ	7
ГЛАВА 1. ЧТО МЫ ЗНАЕМ О СВЕТЕ?	8
§1. Волна или частица	8
§2. Скорость света	11
§3. Длина волны, частота и цвет света	12
§4. Поляризация света	12
§5. Интенсивность (яркость) света	13
§6. Шкала электромагнитных излучений	13
§7. Свойства света	15
§8. Почему небо голубое?	18
ГЛАВА 2. СВЕТ В ОПТИЧЕСКОМ ВОЛОКНЕ	19
§1. Что такое оптическое волокно?	19
§2. Как создается оптическое волокно?	21
§3. Прозрачность оптического волокна	24
§4. Амплитудно-частотная характеристика света	26
§5. Еще несколько слов о скорости света в оптическом волокне	27
§6. Источник светового излучения для оптического волокна	29
§7. Передача информации по оптическому волокну	30
§8. Свет как основа измерений расстояний	31
§9. Как точно мы можем измерить время?	37
ГЛАВА 3. ВОЛОКОННАЯ БРЭГГОВСКАЯ РЕШЕТКА	40
§1. Полупрозрачное зеркало	40
§2. Интерференция света	43
§3. Как сформировать полупрозрачное зеркало в оптическом волокне?	48
§4. Волоконные брэгговские решетки	49
§5. Распространение света через ВБР	53
§6. Спектральная характеристика ВБР	57

ГЛАВА 4. КАК МЫ ИЗМЕРЯЕМ ТЕМПЕРАТУРУ?	61
§1. Измерение физических величин	61
§2. Контроль и измерение температуры	62
§3. Контроль центральной длины волны ВБР	67
§4. Система контроля температуры	73
§5. Измерение сверхмалых изменений температуры	79
§6. Распределенный датчик температуры	80
ГЛАВА 5. ИЗМЕРЯЕМ ДЕФОРМАЦИЮ И ДАВЛЕНИЕ	88
§1. Можно ли определить растяжение сжатие одним ВБР датчиком?	88
§2. Измерение деформации	90
§3. Измерение давления	91
§4. Комбинированные датчики	92
§5. Распределенный датчик деформации	96
ГЛАВА 6. ИЗМЕРЕНИЕ ВИБРАЦИЙ, СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ	97
§1. Вред и польза вибраций	97
§2. Точечный контроль вибрации	100
§3. Распределенный датчик вибрации	103
§4. Контроль показателя преломления жидкостей и газов	104
§5. Показатель преломления веществ	106
§6. Контроль выбросов парниковых газов в атмосферу	107
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	110
СПИСОК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	111